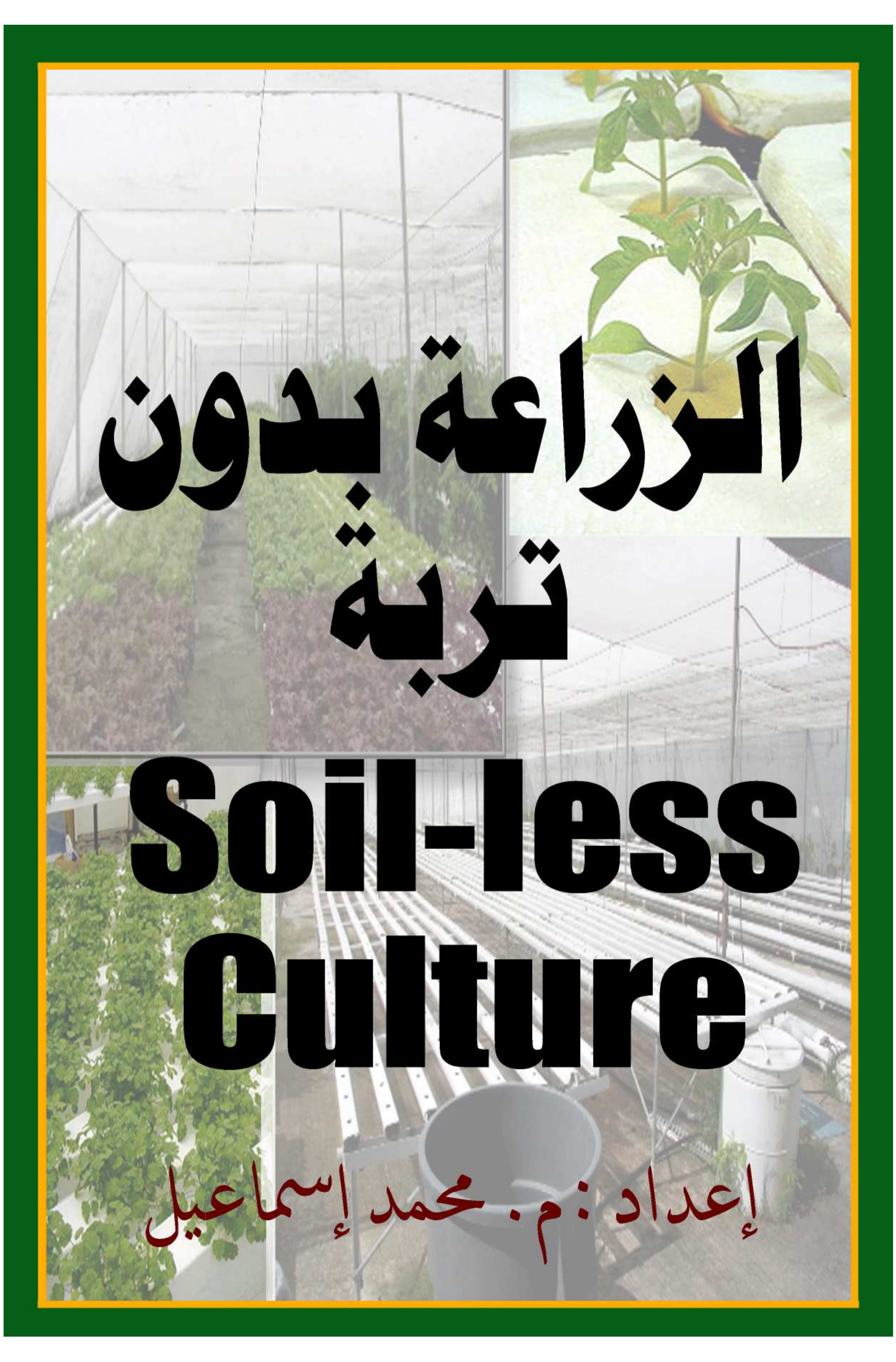

الزراعة بدون تربة
Soil-less Culture
إعداد: م. محمد إسماعيل

فهرس الموضوعات

التربة SOIL

يعتقد الكثيرون ممن شاهدوا حلقات برنامج صناع الحياة عن زراعة الأسطح والتي عرض فيها زراعة الخضروات في صناديق خشبية أو أنابيب بلاستيكية فوق الأسطح ، أن الزراعة بدون تربة هي نفسها زراعة الأسطح.

و أحب أن أوضح أن هناك ما يعرف بحدائق الأسطح Roof Gardens وهي زراعة تجميلية في المقام الأول ، تعوض أصحاب العمارات الذين لا يملكون حدائق خاصة أو مساحات أرضية كافية . ويمكن زراعة الخضروات كجزء ثانوي في حديقة السطح سواء في أحواض اسمنتية أو بلاستيكية باستخدام الطرق التقليدية في الري والتسميد والصرف ... إلخ.
أما الزراعة بدون تربة فلا تستخدم التربة مطلقًا في نظمها المتعددة والتي ستيم شرحها بالتفصيل هنا . حيث يمكن استخدامها للزراعة فوق الأسطح وفي البلكونات وعلى الحوائط ، ويمكن باستخدام الإضاءة الصناعية استخدامها داخل الغرف أو في البدروم أو في الجراج أو أي مكان يتخيله الإنسان.

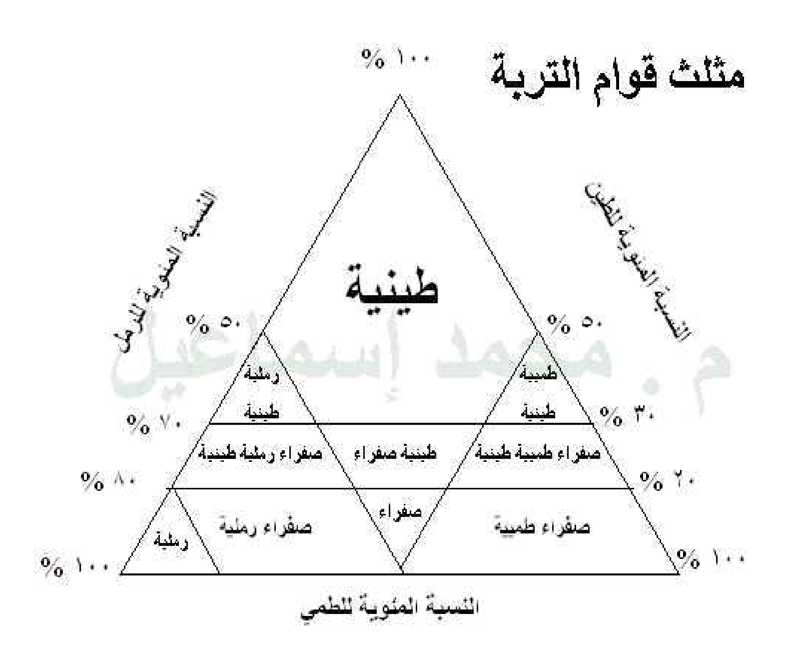
وقبل الخوض في هذا الموضوع لا بد أن نعرف ما هي التربة ومكوناتها وأنواعها ؟

التربة : هي الوسط الذي تنمو فيه جذور النباتات لتمده بالماء والرطوبة والعناصر الغذائية ، كما تعمل التربة أيضًا على تثبيت الجذور ، وتتكون التربة من عناصر معدنية : رمل Sand، وطمي Silt ، وطين Clay ، ومواد عضوية وكائنات دقيقة وثقوب شعرية تسع الماء والهواء.
وتقسم التربة إلى أقسام مختلفة تبعًا لنسبة عناصرها المعدنية (رمل - طمي - طين) .
فحبيبات الرمل أكبر حجمًا من الطمي (٠,٠٥ إلى أكثر من ٢,٠٠ مم) والطمي أكبر من الطين (٠,٠٠٢ - ٠,٠٥ مم) ، بينما الطين أصغر حبيبات التربة على الإطلاق
(٠,٠٠٢ مم فأقل).
ولحبيبات الطين قدرة على امتزاز الماء والعناصر الغذائية (Adsorption) لذا فإن وجود الطين يعطي التربة أهمية أكبر.

وتطلق تسميات على أنواع التربة تبعًا لنسب مكوناتها من الرمل والطمي والطين وأهم هذه الأنواع هي:

1 -التربة الرملية (التربة الخفيفة) : تحتوي على أقل من ٢٠ % من وزنها طمي وطين ، وهي جيدة الصرف والتهوية وقدرتها على الاحتفاظ بالماء منخفضة جدًا.
2-التربة الطينية (التربة الثقيلة) : وتحتوي على الأقل على ٣٠ % من وزنها طين ، وهي رديئة التهوية ولكن سعتها الحقلية (قدرتها على الاحتفاظ بالماء) ، والغذائية عالية جدًا.

3 -التربة الصفراء : Loamy Soil وتعد أفضل الأنواع وتتركب من نسب متساوية من الرمل والطمي والطين ، فإذا احتوت على كمية أكثر من الطين عرفت بأنها تربة صفراء طينية (Clay Loam) أما إذا كانت كمية الطمي هي الغالبة عرفت بأنها تربة صفراء طميية. (Silty Loam)



الزراعة بدون تربة Soilless Culture

* نبذة تاريخية عن الزراعة بدون تربة :

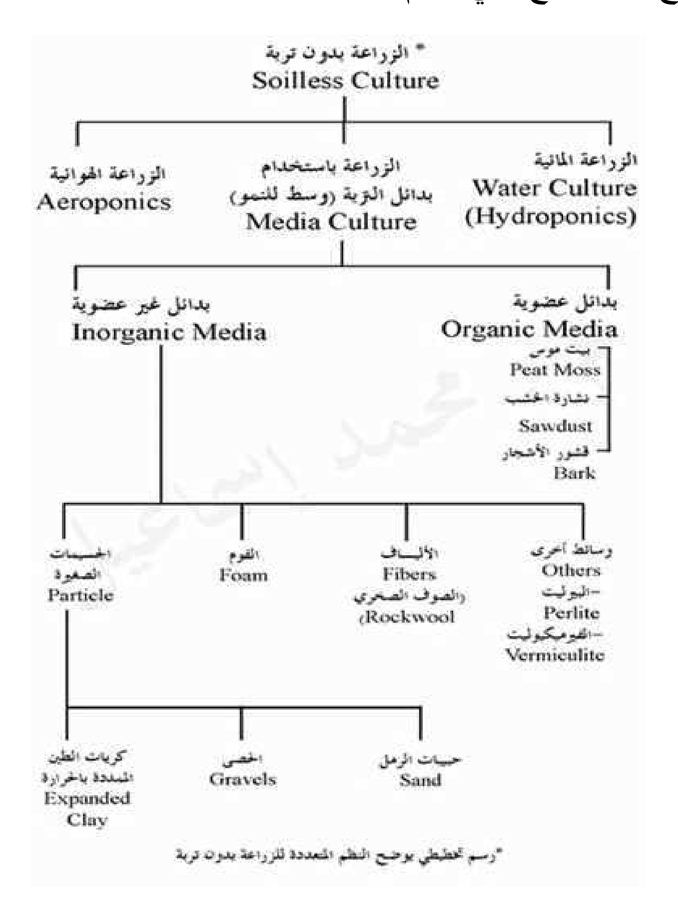
بدأت الزراعة بدون تربة كزراعة مائية Hydroponics والتي تعني : (ماء Hydro) و (عمل Ponics) ، في حدائق بابل المعلقة والحدائق العائمة في الأزتيك في المكسيك ، وفي الصين ، وقد وصفت في الكتابات المصرية القديمة التي تعود إلى عدة مئات من السنين قبل الميلاد .

وفي الماضي في عام ١٩٣٠ م ، قام العلماء بتجريب زراعة النباتات بدون تربة مستخدمين العناصر الغذائية الذائبة في الماء . لقد وجدوا أن التربة غير ضرورية إلا لتثبيت جذور النباتات ، وأصبحت في متناول الكثيرين في غرب أوروبا وتستخدم الآن على نطاق واسع في هولندا للإنتاج التجاري للغذاء وتليها كندا في هذا المضمار .

أما في الوقت الحاضر فإن هذا العلم الحديث المنشأ يتطور بسرعة كبيرة ، ويتكيف مع كثير من الأوضاع من الزراعة خارج البيت إلى البيوت المحمية والآن الزراعة داخل المنزل ، وقد أمكن استخدامها داخل الغواصات لإنتاج الخضروات للطاقم .

وكذلك استخدمتها وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) في تجاربها الفضائية .

والشكل القادم يوضح المواضيع التي سيتم التطرق لها هنا :



*رسم تخطيطي يوضح النظم المتعددة للزراعة بدون تربة

أساسيات فى الزراعة

* تركيب البذرة :

تتركب البذرة من قسمين رئيسيين هما :-
١) غلاف يحيط بالبذرة يسمى بالقصرة ، ويوجد على القصرة بروز صغير يدعى بالسرّة ، كما توجد فتحة النقير قريبة من السرّة ويمكن ملاحظتها بعد نقع البذرة في الماء وضغطها فتخرج من هذه الفتحة فقاقيع الهواء .
٢) الجنين ويتكون من الجذير الذي ينمو مكونًا المجموع الجذري ومن الريشة التي تنمو مكونة المجموع الخضري من الفلقة أو الفلقتين اللتين يخزن فيهما الغذاء . وفي النباتات ذات الفلقة الواحدة مثل القمح والشعير والذرة تحتوي البذرة على فلقة واحدة فقط . أما النباتات ذات الفلقتين مثل الفول والفاصوليا فتحتوي البذرة فيها على فلقتين .

* كيف يحدث الإنبات :

يكون الجنين في البذرة في حالة سكون وإذا توفرت له الشروط المناسبة فإنه ينمو مكونًا نباتًا جديدًا . وفي أثناء الإنبات يعتمد الجنين على الغذاء المخزون في الفلقات أو الإندوسبرم ، حتى تتكون له أوراق عندها يستطيع القيام بعملية البناء الضوئي ، ويعتمد على نفسه في تكوين غذائه .

* شروط نجاح إنبات البذور :

١) شروط داخلية "تتعلق بالبذرة" :
أ- يجب أن يكون الجنين بالبذرة حيًا .
ب- أن تحتوي البذور على كمية كافية من المواد الغذائية في الفلقات أو الإندوسبرم .
جـ- يجب أن تكون البذور ناضجة أي يكون جنينها تام النموّ لتستطيع الإنبات .

٢) شروط خارجية :
يجب توفر كل من :-
أ- الماء .
ب- الهواء .
جـ- درجة الحرارة المناسبة .
د-الضوء (بعض البذور تحتاج إلى مستويات معينة من الضوء أو الظلام ليتم الإنبات) .
هـ- وسط تنمو فيه البذور (التربة أو بدائل التربة) .

* مراحل الإنبات :

١) إنبات البذور ذات الفلقتين :
أ- تمتص البذرة الماء عن طريق النقير ، فتنتفخ الفلقتان وتتمزق القصرة .

ب- يخرج الجذير من الجزء الممزق في القصرة ، وينمو إلى أسفل وتتكون عليه فيما بعد الجذور الثانوية . وبهذا الشكل يتكون المجموع الجذري للنبات .
جـ- تنمو الريشة وتخترق حبيبات التربة ، متجهة إلى أعلى وتتكون عليها فيما بعد الأوراق . وبهذا الشكل يتكون المجموع الخضري في النبات .
د- في بذرة الفول تبقى الفلقتان تحت سطح التربة . أما بذرة الفاصوليا فتظهر الفلقتان فيها فوق سطح التربة ويسمى هذا النوع بالإنبات الهوائي .
هـ- تضمر الفلقتان حيث يستهلك الجنين الغذاء المخزون فيهما ، وبعد أن تتكون الأوراق يقوم النبات بعملية البناء الضوئي معتمدًا على نفسه في صنع غذائه .

٢) إنبات البذور ذات الفلقة الواحدة :
أ- تمتص الحبة الماء ، وتنتفخ ثم يتمزق غلاف الحبة .
ب- يخرج الجذير من الغمد المحيط به ، وينمو إلى أسفل ، وتتكون عليه الجذور الجانبية .
جـ- تنمو الريشة وتخترق الغمد المحيط بها متجهة إلى أعلى ، وتتكون عليها الأوراق ، وبهذا الشكل يتكون المجموع الخضري في النبات .
د- تبقى الحبة هنا أيضًا تحت التربة ولذلك يدعى الإنبات هنا الإنبات الأرضي .
هـ- يضمر نسيج الإندوسبيرم ثم يتلاشى فيما بعد ، وذلك لاعتماد الجنين أثناء نموه على الغذاء المخزون في هذا النسيج . وبعد ذلك تتكون الأوراق الخضراء فيعتمد النبات على نفسه في تكوين غذائه .
و- بعد ذلك يبدأ الجذير والجذور الجانبية في التلاشي لتحل محلها جذور ليفية تخرج من قاعدة الساق .





وضع البذور في بيئة النمو (تربة أو بدائل تربة)



تغطية البذور بطبقة رقيقة من بيئة النمو



الضغط برفق لتثبيت البذور قبل ريّها



البادرات بعد الإنبات

المحلول المغذي للزراعة بدون تربة
Nutrient Solution for Hydroponics

يحتاج النبات الى بعض العناصر الغذائية بكميات كبيرة نسبياً من العناصر الكبرى مثل الكربون والهيدروجين والاكسجين والنتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم والكبريت ويحتاج الى كميات صغيرة من العناصر الصغرى مثل الحديد والكلورين والبورون والمنجنيز والنحاس والزنك والموليبدنيم ، جميع العناصرالأساسية تزود بها النباتات في الزراعة بدون تربة من المحلول المغذي الذي يحتوي على الاملاح الذائبة في الماء ، لذا ... فالعاملون في الزراعة بدون تربة يجب أن يكون لديهم معرفة جيدة بتغذية النبات . التعامل مع تغذية النبات من خلال التعامل مع المحلول المغذي هو مفتاح النجاح في الزراعة بدون تربة .
ويعتبر المحلول المغذي بمثابة العمود الفقري للزراعة بدون تربة ، لأن النبات يأخذ العناصر اللازمة لنموه من هذا المحلول بدلاً من التربة في حالة الزراعة الحقلية أو التقليدية .

تحضير أو إعداد المحلول المغذي (Preparation of Nutrient Solution) :

تركيبة آلان كوبر:
كمية الكيماويات اللازمة لعمل ١٠٠٠ لتر من محلول آلان كوبر المغذي /

الوزن بالجرام	المادة المغذية
٢٦٣	فوسفات البوتاسيوم الثنائية
٥٨٣	نترات البوتاسيوم
١٠٠٣	نترات الكالسيوم
٥١٣	سلفات "كبريتات" مغنيسيوم
٧٩	شيلات حديد
٦,١٠	سلفات منجنيز
١,٧٠	حمض بوريك
٠,٣٩	سلفات نحاس
٠,٣٧	موليبيدات أمونيوم
٠,٤٤	سلفات زنك

خطوات العمل :

الأشياء التي تحتاجها لعمل المحلول المغذي :

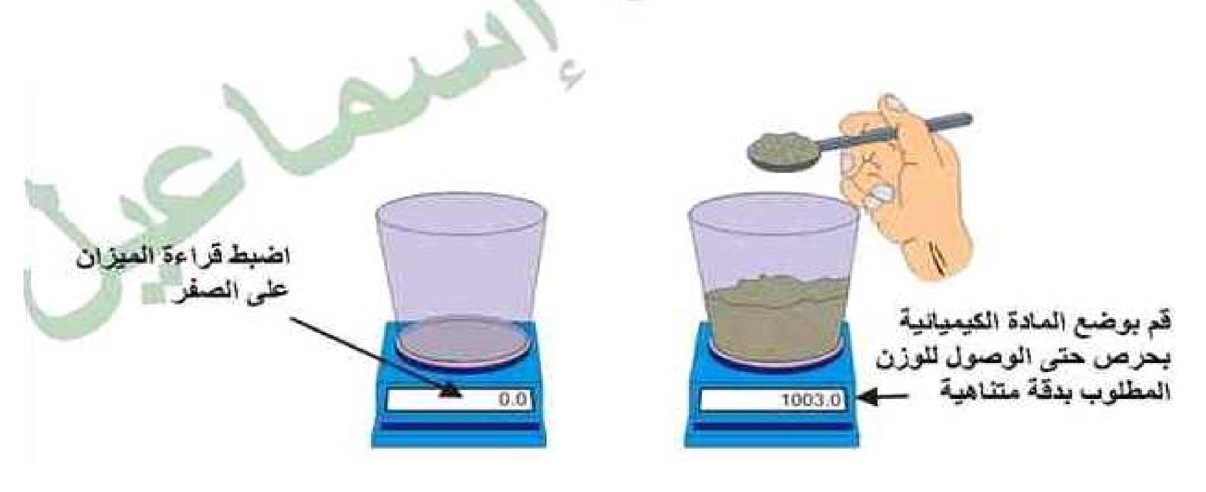
1) المواد الكميائية .
2) ميزان دقيق
3) عشرة أوعية شفافة سعة ربع جالون ، " تستعمل لمرة واحدة" .
4) ملعقة بلاستيكية .
5) أداة للتقليب .
6) دلو بلاستيكي ، سعة 10لتر أو أكثر .
7) قارورتان بلاستيكيتان ، سعة كل منها 10لتر بغطاء محكم .
8) قمع بلاستيكي .

STOCK SOLUTION "A" محلول مركز "مخزون" (أ)

STOCK SOLUTION "B" محلول مركز "مخزون" (ب)

* النقاط الواجب مراعاتها عند وزن العناصر الكيميائية :

أ) تأكد من توفر جميع ما تحتاجه من مواد كيميائية وأدوات .
ب) يجب توفر أكواب بلاستيكية شفافة بعدد المواد التي سيتم وزنها ، بحيث لا يتم وزن مادتين في كوب واحد .
جـ) في كل مرة تزن مادة من المواد الكيميائية ، ضع كوب بلاستيك جديد ، واضبط الميزان على الصفر .
د) ضع المواد الكيميائية في الأكواب البلاستيكية بحرص حتى تصل إلى الوزن المطلوب لكل مادة .
هـ) ضع الأكواب البلاستيكية ، وبها المواد الكيميائية التي تم وزنها في مكان آمن .
و) في كل مرة تضع فيها مادة جديدة ، قم بضبط الميزان على الصفر "وذلك بعد وضع الكوب لإلغاء وزن الكوب" .



خلط المحلول (أ) :

نترات كالسيوم 1003جرام

شيلات الحديد 79جرام

قم بإذابة نترات الكالسيوم في الماء، ثم أضف شيلات الحديد وحرك حتى تمام الذوبان

10لترات من الماء

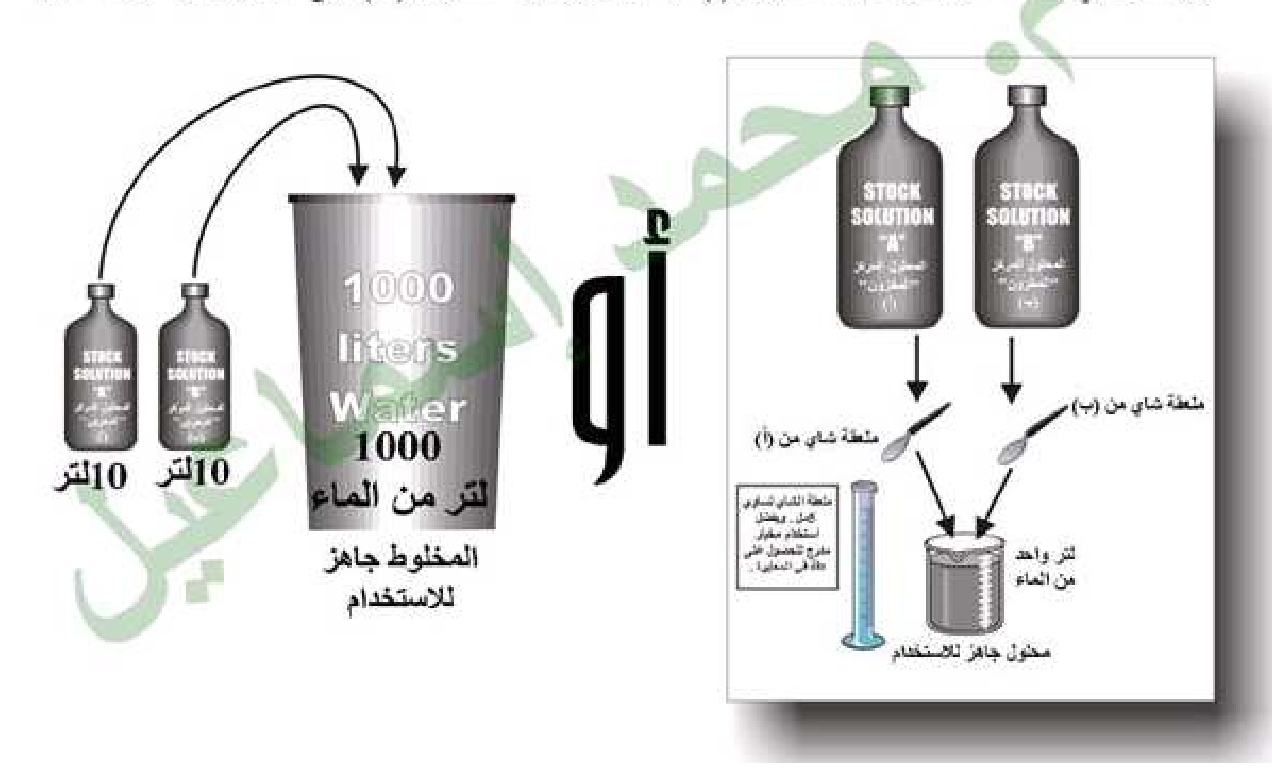
STOCK SOLUTION "A" محلول مركز "مخزون" (أ)

خلط المحلول (ب) :



خلط المحلول المغذي للاستخدام :

للحصول على المحلول جاهزًا للاستخدام ، يخفف المحلول المركز المخزون (أ) وَ (ب) 100مرة ، وهذا يعني إضافة 10لتر من المحلول (أ) + 10لتر من المحلول (ب) إلى 1000لتر من الماء .



تركيبة ألبرت لعمل محلول مغذى ١٠٠٠ لتر/

الوزن بالجرام	المادة المغذية
٢٦٩	فوسفات البوتاسيوم الأحادية
٣٨	نترات البوتاسيوم
٩٥٢	نترات الكالسيوم خالية من الشوائب
٣٠٨	سلفات "كبريتات" مغنيسيوم
٨	شيلات حديد
١,١٥	سلفات منجنيز
٠,٢٠	حمض بوريك
٠,١٠	سلفات نحاس
٠,٠٣	موليبيدات أمونيوم
٠,١٥	سلفات زنك
٤٢٣	سلفات بوتاسيوم

ويتم تحضير محلوله المغذي بنفس الطريقة السابقة ، مع مراعاة أن :
المحلول (أ) يتكون من نترات كالسيوم + شيلات حديد .
المحلول (ب) باقي المواد الأخرى الموضحة بالجدول .

و برغم أن اليوريا تذوب في الماء بالكامل إلا أنه لا يمكن استخدامها في الزراعة بدون تربة ، لأنها لا تحلل إلى شكل أيوني في المحلول كما يحدث لها في التربة .

مستوى الحموضة والقلوية (PH Level) :
PH هو : لوغاريتم الأس السالب لتركيز أيون الهيدروجين في المحلول .
وببساطة هو مقياس للحموضة أو القلوية ، مدرج من ١ إلى ١٤ ، وأي قراءة فيه أقل من ٧ تعني أن المحلول حامضي ، والقراءة التي تكون أكثر من ٧ تعني أن المحلول قلوي ، والقراءة ٧ تعني أن المحلول متعادل .

المدى المثالي للـPH في المحلول المغذي للزراعة بدون تربة يتراوح بين ٥,٨ إلى ٦,٥ ، وارتفاع أو انخفاض الـPH يؤثر على قدرة النبات على الاستفادة من المحلول المغذي .
ويتم استخدام حمض الفسفوريك المخفف لزيادة الحموضة "أي انقاص رقم الـPH" ، ويتم استخدام هيدروكسيد البوتاسيوم أو هيدروكسيد الكالسيوم عند الرغبة في زيادة قلوية المحلول "رفع رقم الـPH" .

لماذا الزراعة بدون تربة ؟

الزراعة بدون تربة تقدم أفضل فرصة لتوفير الظروف المثاليةلنمو النبات وبالتالي الحصول على محصول أوفر بالمقارنة بالزراعة الحقلية(باستخدام التربة) وفي الزراعة بدون تربة لانعاني من الامراض والآفات التي تصاحب الزراعة في التربة أي أنها توفر عملاً بيئياً نظيفاً .

ماهي الزراعة بدون تربة ؟

الزراعة بدون تربة هي تقنية لنمو النباتات في المحاليل المغذية التي تمد النبات بكل ما يحتاجه من العناصر المغذية الضرورية للنمو المثالي مع أو بدون استخدام أي من الوسائط الخاملة (بدائل التربة) مثل الحصى والفيرميكيوليت والصوف الصخري والبيت موس ونشارة الخشب ....الخ لتوفير التدعيم اللازم للنبات

المتطلبات الأساسية للزراعة بدون تربة :

١ ـ المحلول المغذي أو أي مزيج من الأسمدة المستخدمة يجب أن يحتوي على العناصر المغذية الكبرى والصغرى الضرورية لنمو النبات وهي : (النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكبريت والكالسيوم والماغنسيوم والحديد والمنجنيز والزنك والبورون والنحاس والمولبيدنيم والكلور)

٢ ـ التحكم في المحلول المغذي بحيث يكون في المدى المناسب لمستوى PH (مقياس الحموضة والقلوية وهو مقسم من ١ ـ ١٤ ويكون المحلول حامضياً اذا كان أقل من ٧ ويكون قلوياً اذا كان أكثر من ٧ ويكون متعادلاً اذا كان ٧ ويعرف PH بأنه لوغاريتم الأس السالب لتركيز أيون الهيدروجين في المحلول)

ولكل نبات مستوى مناسب من PH يعطي النبات عنده أفضل إنتاج .

٣ـ المحافظة على درجة الحرارة المناسبة للمحلول المغذي وتزويده بالاكسجين (الموجود في الهواء الجوي) .

تصنيف نظم الزراعة بدون تربة:

تنقسم الى قسمين رئيسيين :

١ ـ نظم مفتوحة : يستخدم المحلول المغذي مرة واحدة بتوصيله الى المجموع الجذري للنبات ولا يعاد استخدامه .

٢ ـ نظم مغلقة : حيث يسترد المحلول المغذي الفائض بعد دورانه في النظام ويعاد استخدامه مرة أخرى .

تصنف نظم الزراعة بدون تربة حاليًا إلى حسب التقنية المستخدمة فيها ، هذه التقنية ترجع إلى طريقة عمل أو استخدام المحلول المغذي ووصوله إلى جذور النباتات ، والعديد من تقنيات الزراعة بدون تربة أصبحت متاحة الآن . وتعتبر العوامل الآتية مهمة في اختيار نوع التقنية التي سيتم استخدام :

١- المساحة المتاحة .
٢- الموارد المالية المتوفرة .
٣- الإنتاجية المطلوبة (إنتاج شخصي أو تجاري) .
٤- نوعية وسط النمو المتوافر .
٥- الجودة المتوقع الحصول عليها للمنتج .

وتنقسم نظم الزراعة بدون تربة إلى :

١- الزراعة المائية (HYDROPONICS) :

وهي على نظامين هما :-

أ) نظم مغلقة (CLOSED SYSTEMS) ، وتعتمد على التقنيات التالية /

- تقنية الغشاء المغذيNFT
(NUTRIENT FILM TECHNIQUE) .
- تقنية الفيض أو التدفق العميق DFT
(DEEP FLOW TECHNIQUE)

ب) نظم مفتوحة (OPEN SYSTEMS)
(NON-CIRCULATING METHOD) وتعتمد على التقنيات التالية /

- تقنية غمس الجذور في المحلول المغذي (ROOT DEEPING TECHNIQUE) .
- تقنية الطفو (FLOATING TECHNIQUE) .
- تقنية الخاصية الشعرية (CAPILLARY ACTION TECHNIQUE) .

٢- الزراعة في وسط نمو (AGGREGATE SYSTEMS) :

يمكن أن تكون **نظم مغلقة أو مفتوحة** ، وتعتمد على التقنيات التالية /

-تقنية الزراعة في الكيس المعلق (HANGING BAG TECHNIQUE) .
- تقنية الزراعة في الأكياس (GROW BAG TEHCNIQUE) .
- تقنية الزراعة في الخندق أو الحوض (TRENCH OR TROUGH TECHNIQUE) .
- تقنية الزراعة في الأصص (POT TECHNIQUE) .

٣- الزراعة الهوائية (AEROPONICS SYSTEMS) :

وتعتمد على التقنيات التالية /

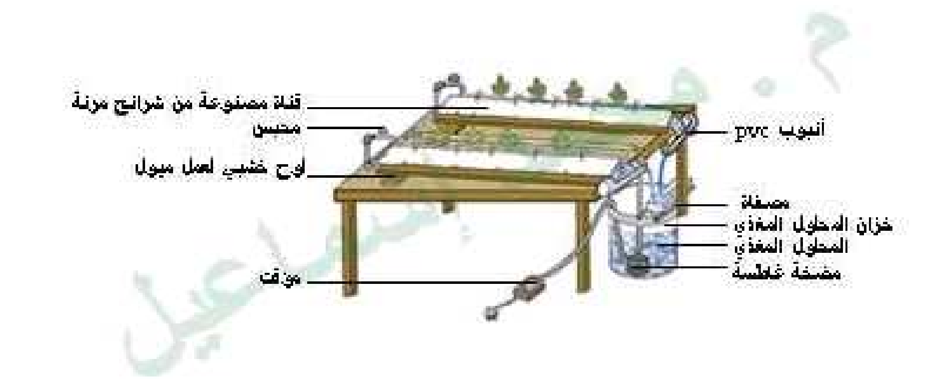
-تقنية استعمال الضباب أو الرذاذ حول الجذر (ROOT MIST TECHNIQUE) .
-تقنية التغذية بالضباب (FOG FEED TECHNIQUE) .

أولاً الزراعة المائية (HYDROPONICS) :

* الطرق التي تعتمد على دوران المحلول المغذي (CIRCULATING METHODS) :-

يضخ المحلول المغذي ليتخلل المجموع الجذري ، ويجمع المحلول الزائد ، ويعاد استخدامه مرة أخرى .

- تقنية الغشاء المغذي NFT : هو نظام زراعة مائية حقيقي ، حيث أن جذور النبات معرضة مباشرة للمحلول المغذي ، على شكل غشاء رقيق من المحلول المغذي ينساب خلال الممرات أو الأنابيب .
القنوات أو الممرات تصنع من لوح مرن قابل للثني، توضع الشتلات مع قليل من وسط النمو (مثل الصوف الصخري ..الخ) في وسط اللوح ويثنى كلا الطرفين في اتجاه قاعدة الشتلة ويشبكان معاً لمنع وصول الضوء والتبخر .





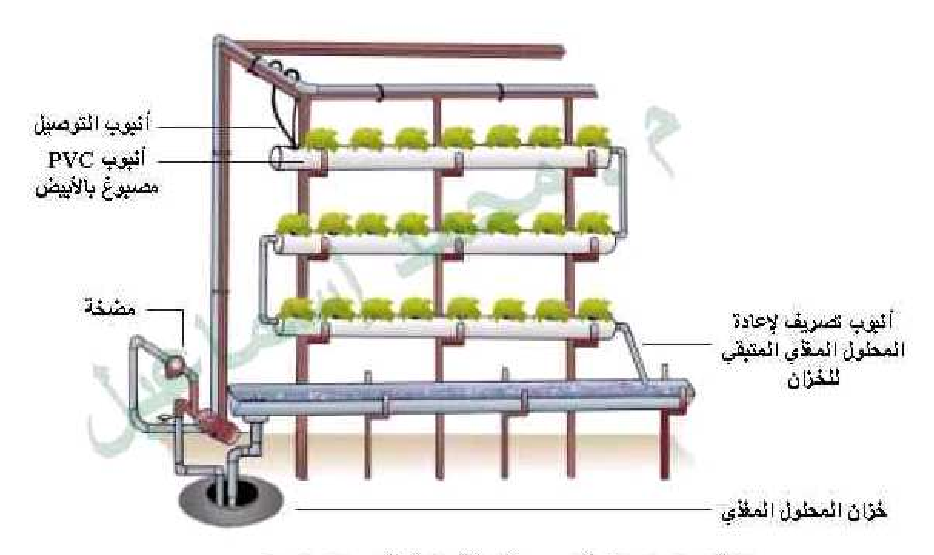
القطاع العرضي للقناة يظهر وسط النمو الذي يمتص المحلول المغذي للنباتات الصغيرة ، عندما تكبر النباتات فإن الجذور تشكل مايشبه الحصيرة داخل قاع القناة . يتراوح الطول الأقصى لطول القناة بين ٥ ـ ١٠ متر وتوضع بشكل مائل بنسبة ١/ ٥٠ ـ ١/ ٧٥ . يضخ المحلول المغذي الى النهاية العليا لكل قناة وينساب بواسطة الجاذبية الى النهاية السفلي مبللاً الجذور التي تفترش قاع القناة ثم يتم تجميع المحلول المغذي ليعود الى الخزان .

يراقب تركيز الاملاح في المحلول قبل إعادة تدويره ويقوم بعض مربي النباتات بتغيير المحلول كل أسبوع .
يضبط تدفق المحلول المغذي بمعدل ٢ ـ ٣ لتر في الدقيقة ويعتمد ذلك على طول القناة ، ويجب توفير التدعيم الكافي للنباتات الطويلة . عملياً من الصعب جداً المحافظة على غشاء رقيق جداً من المحلول المغذي ولذلك مرت هذه التقنية بالكثير من التعديلات .

-تقنية التدفق العميق D F T deep flow technique :
نظام الأنابيب pipe system : المحلول المغذي يتدفق على عمق ٢ـ٣ سم خلال أنبوب (ماسورة) pvc قطرها ١٠ سم ليمر على أصص أو أكواب شبكية بها نباتات مثبتة في فتحات في الأنبوب ، الأصص أو الأكواب البلاستيكية تحتوي على وسط نمو + نبات صغير ، وقاع الأصص يلامس المحلول المغذي الذي يجري في الأنبوب ، النباتات توضع في أصص شبكية مملؤة بوسط نمو مثل قشور الأرز أو نشارة الخشب أو البيرليت أو البيت موس أو أي مادة مناسبة ، يمكن وضع قطعة صغيرة من الشبك لتبطين الأصص لمنع وسط النمو من السقوط في المحلول المغذي.

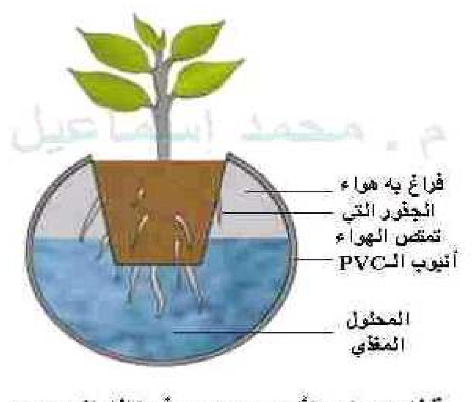


رسم يوضح تركيب نظام الـ DFT الفردي



نظام DFT ذو أنابيب رأسية متعاقبة (ZigZag)

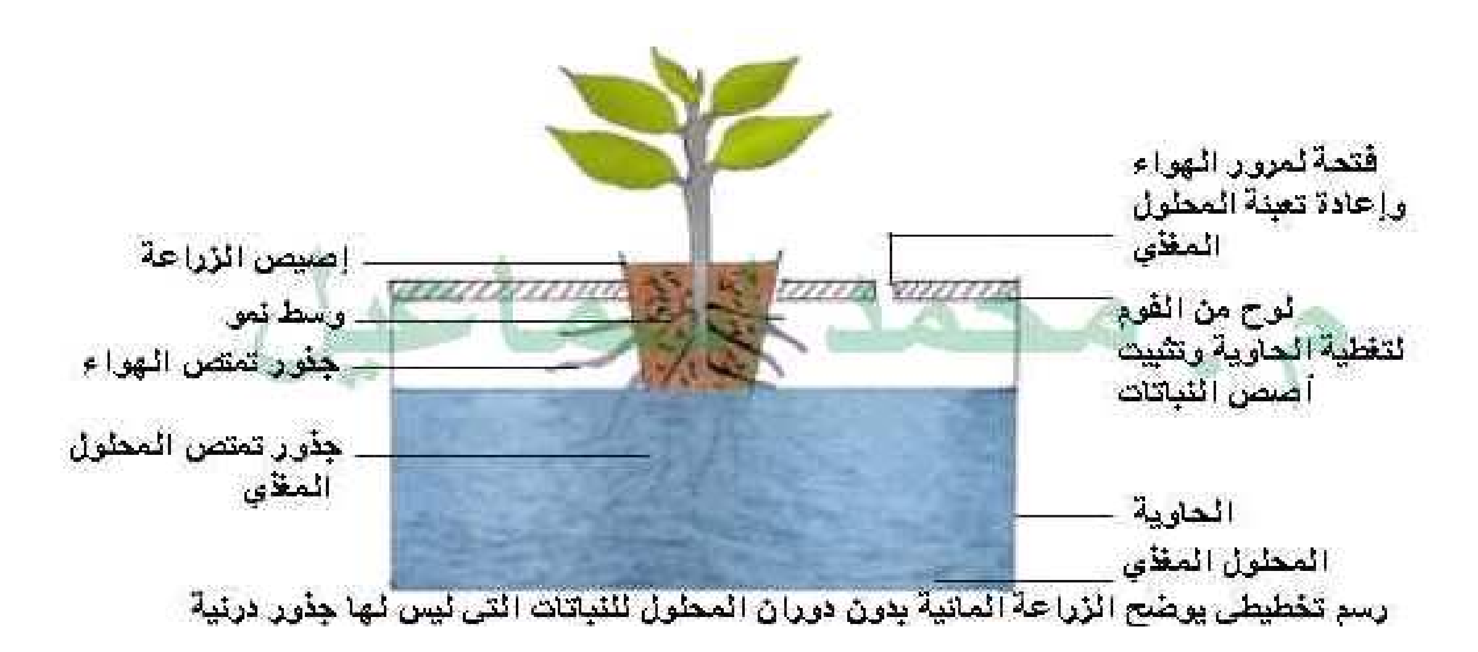




قطاع عرضي لأنبوب PVC في نظام الـ DFT

عندما يدور المحلول المغذي ويعود الى الخزان فإنه يتشبع بالأكسجين ، والأنابيب pvc يجب أن تكون مائلة بمقدار بوصة لكل ٣٠ ـ ٤٠ ليسهل جريان المحلول المغذي . في الأماكن الحارة ينصح بطلاء الانابيب باللون الأبيض للتقليل من ارتفاع حرارة المحلول المغذي ، هذا النظام يمكن استخدامه في المناطق المفتوحة أو المغطاة (المحمية)

الطرق التي لا تعتمد على دوران المحلول المغذي : Non - circulating methods
المحلول المغذي لا يدور بل يستخدم لمرة واحدة فقط ، وعندما يقل تركيز المحلول المغذي أو ph أو EC فإنه يستبدل .



رسم تخطيطى يوضح الزراعة المائية بدون دوران المحلول للنباتات التى ليس لها جذور درنية

تقنية الجذور الغاطسة : Root dipping technique
في هذه التقنية فإن النباتات تنمو في أصص صغيرة مملوءة بقليل من وسط النمو وتوضع بحيث يغمر ٢ـ ٣ سم منها في المحلل المغذي بعض الجذور سوف يغمر في الماء ويبقى الباقي معلقاً في الهواء فوق المحلول المغذي ويمتص الأكسجينوالغذاء على التوالي ، هذه التقنية سهلة ويمكن تطويرها باستخدام مواد متوفرة ورخيصة وهذا النظام غير مكلف

تقنية الجذور المغمورة أو الغاطسة للمحاصيل غير ذات الجذور المتدرنة: Root dipping technique .


لوح من الفوم لتغطية الصندوق وتثبيت الأصص

أولاً : اختر حاوية للمحلول المغذي ، ويمكن أن تكون الحاوية من أي مادة رخيصة ما عدا الحاويات المعدنية "لا تصلح للاستخدام لتأثرها بالمواد المكونة للمحلول" .
ومن الحاويات المستخدمة في ذلك حاويات الستيروفوم (الصناديق الفوم) ، أو الصناديق الخشبية أو البلاستيكية ، حتى الأحواض الإسمنتية يمكن استخدامها .
وتفضل الصناديق الستيروفوم حيث أنها تحافظ على حرارة المحلول المغذية .


حاوية مبطنة بالبولي إيثيلين الأسود

ثانيًا : ضع لوح أو رقاقة من البلاستيك الأسود ، لا يقل سمكها عن ٠,١٥ ملم ، لتبطين الصناديق من الداخل ، لمنع التسرب ، ولتقليل الإضاءة .
ويجب أن يكون عمق الصندوق من ٢٥ - ٣٠ سم ، ليوفر كمية كافية من المحلول المغذي ، وفراغ كافٍ فوق المحلول لامتصاص الجذور للأكسجين .


لوح الفوم المثقب وبه بعض الشتلات

ثالثًا : يجب توفر لوحة مثقبة لتوضع فوق الحاوية لمنع الضوء من الاختراق ولتثبيت أصص النباتات أيضًا .
ويتوقف عدد الثقوب في اللوحة على نوع المحصول الذي سيتم زراعته ، مع مراعاة وجود عمل فتحة أو ثقب إضافي للتهوية وإعادة ملء المحلول المغذي .


زراعة مائية بدون دوران المحلول المغذي
نمو النباتات في صندوق ستيروفوم

البادرات أو الشتلات يتم نقلها إلى إلى أكواب أو أصص بلاستيك مملوء بوسط نمو معقم .

رابعًا : اصنع بعض الثقوب في قاع الكوب البلاستيكي وعلى جوانبه لخروج الجذور وانسياب المحلول المغذي إلى وسط النمو المحيط بالجذور .

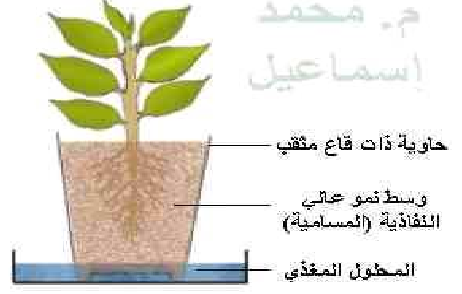
خامسًا : ضع قطعة صغيرة من الشبك داخل إصيص لمنع سقوط وسط النمو داخل المحلول المغذي .

سادسًا : املأ ثلثي الحاوية بالمحلول المغذي وتثبت الأصص وبها النباتات في اللوحة كما هو موضح بالرسم . ثم توضع أعلى قمة الصندوق بحيث يغمر ٢ سم فقط من الإصيص في المحلول المغذي . هذه الصناديق يمكن أن توضع صوب شبكية أو في الفضاء المفتوح أو داخل البيوت وتحتاج النباتات الطويلة الى تدعيملحمايتها من السقوط ، ويجب المحافظة على وجود حيز هوائي فوق المحلول المغذي ، نجاح هذه التقنية يعتمد على النمو السريع

وكمية الجذور المعرضة للهواء حيث تمتص هذه الجذور الأكسجين . أثناء نمو المحصول حينما ينخفض مستوى المحلول المغذي في الحاوية ، فإن التركيز الأيوني يمكن أن يزيد مما يسبب ضرراً للنبات ، إذا لوحظ هذا الوضع أفرغ المحلول المتبقي وأعد تعبئة الحاوية بمحلول مغذي جديد .

ـ تقنية الطفو : FLOATING TECHNIQUE

هذه التقنية مشابهة لطريقة الصندوق ولكن يمكن استخدام حاوية قليلة العمق (عمق ١٠ سم) توضع النباتات في أصص صغيرة تثبت على لوح ستيروفوم أو أي لوح خفيف مناسب ، ويسمح للوح بالطفو على المحلول المغذي الذي يملء الحاوية ، والمحلول المغذي هنا يتم تزويده بالهواء الجوي صناعياً ، ويمكن استخدام أشكال وأنواع مختلفة من الأصص التي بقاعها فتحات . املء هذه الاصص بأي وسط نمو خامل وضع به شتلة أو بذور نبات في الوسط ، توضع هذه الأصص في حاوية قليلة العمق مملوءة بالمحلول المغذي الذي يصل الى وسط النمو عن طريق الخاصة الشعرية .



تقنية الخاصية الشعرية

ـ تقنية الخاصية الشعرية CAPILLARY ACTION TECHNIQUE

التهوية مهمة جداً في هذه التقنية ، لذلك يستخدم خليط من أي بديل تربة مناسب مع الرمل أو الحصى ، هذه التقنية مناسبة مع نباتات الزينة والأزهار والنباتات الداخلية .

ثانيًا : الزراعة باستخدام أوساط نمو صلبة Solid Media Culture or Aggregate System :

التقنيات المذكورة أدناه تستخدم وسط نمو صلب (غير سائل) من أي مواد متوفرة محلياً ، المادة المختارة يجب أن تكون مرنة سهلة الطحن ، تسهل عملية الصرف والتهوية ويجب ان تكون خالية من المواد السامة للنبات وخالية من الآفات ومسببات الأمراض الميكروبية والنيماتودا .... الخ . الوسط يجب ان يكون معقماً قبل الإستخدام

ـ تقنية الكيس المعلق (نظام مفتوح) HANGING BAG TECHNIQUE(: OPEN SYSTEM

باستخدام كيس أبيض من الخارج وأسود من الداخل ، اسطواني الشكل طوله ١ م تقريباً من البولي ايثلين السميك المعالج ضد الأشعة فوق البنفسجية . يملء بالبرليت أو أي وسط مناسب ، هذه الأكياس مثبت بها من الأعلى أنابيب رفيعة لتوصيل المحلول المغذي، هذه الأكياس تعلق بشكل عمودي (في دعامة أفقية) على قناة تجميع المحلول المغذي ، لذلك فإن هذه التقنية تعرف أيضاً باسم تقنية النمو الرأسي VERTI-GROW TECHNIQUE الشتلات ومعها قليل من وسط النمو توضع داخل أصص شبكية ، توضع بإحكام في فتحات على جوانب الكيس المعلق. يضخ المحلول المغذي الى قمة كل كيس عبر رشاش دقيق موجود داخل قمة الكيس ،تقوم هذه الرشاشات بتوزيع المحلول

المغذي داخل الأكياس . المحلول المغذي يقطر للاسفل مبللاً وسط النمو الذي بداخل الكيس وكذلك جذور النباتات ، يتجمع المحلول المغذي الزائد في القناة الموجودة تحت الأكياس من خلال ثقوب يتم عملها في قاع الأكياس ويعود المحلول إلى خزان المحلول المغذي ، هذا النظام يمكن استخدامه في منطقة مفتوحة أو محمية ، تترتب هذه الاكياس في صفوف ويراعى توفر الفراغ الكافي بين الصفوف حتى يصل الضوء الكافي للنباتات . يمكن استخدام هذه الأكياس لمدة عامين ، وعدد النباتات بكل كيس يتوقف على نوع المحصول المزروع فيمكن زراعة ٢٠ نبات خس في الكيس الواحد . هذا النظام مناسب للخضروات الورقية والفراولة ونباتات الأزهار الصغيرة .

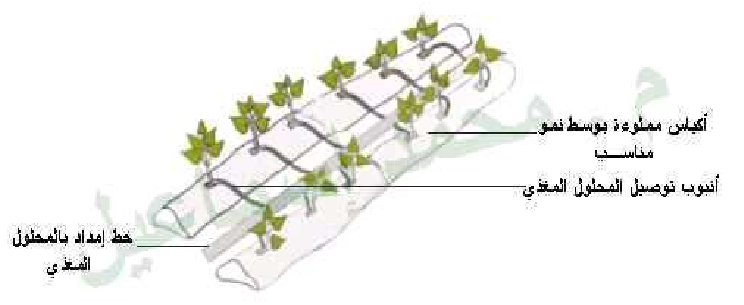


رسم تخطيطي لتقنية الأكياس المعلقة



إنتاج الفراولة في الأكياس المعلقة

ـ تقنيــة كـيس النمــو GROW BAG TECHNIQUE



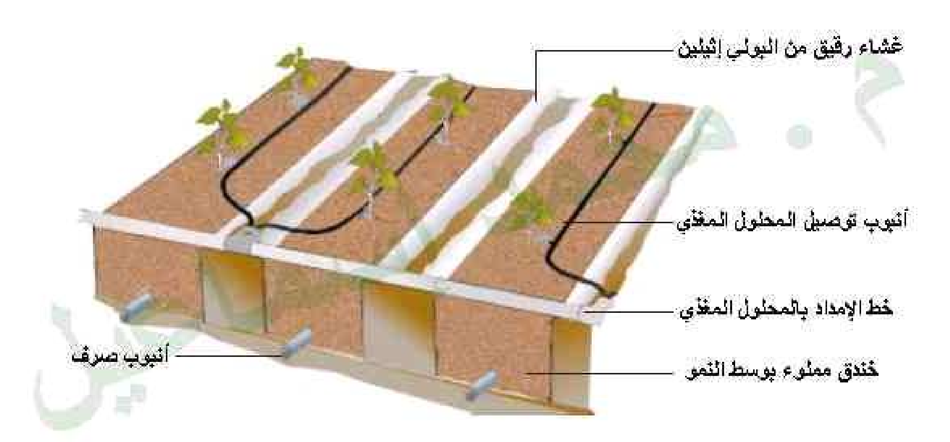
رسم يوضح نمو النباتات في أكياس النمو


نباتات طماطم مزروعة في أكياس النمو

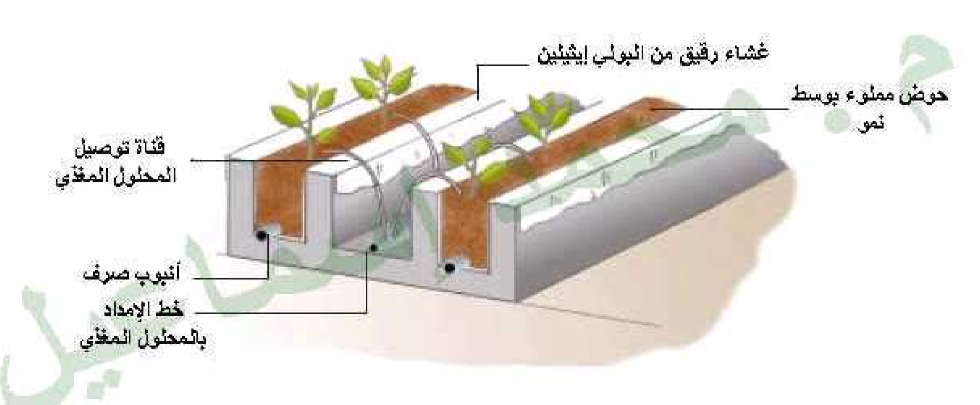
فـي هـذه التـقـنيــة يستـخـدم كيــس طــوله ١ ـ ١,٥ م لونه أبيض من الخارج وأسود من الداخل ومقاوم للأشعة فوق البنفسجية ، تملء بوسط نمو مناسب (مثل البيرليت) ، هذه الأكيــاس توضــع أفقيــاً علــى الارض فــي صفــوف بينهـــا مســافات (ممـر) وقـد توضـع فـي أزواج كمـا هـو موضـح بالرسم ، يعمل ثقوب صغيرة في الناحيـة العلويـة من سطح الكيس وتثبت الشتلات الموجودة في أصص شبكية داخل الفتحات ، يمكن زراعة ٢ ـ ٣ نبـات فـي هذا الكيس ويعمل فتحتـين صغيرتين علـى شكل شق منخفض فـي كل جانـب مــن جــانبي الكــيس للــصرف ، يــتم توصيل المحلول المغذي عن طريـق أنابيب شعرية موزعة من خط امداد رئيسي الـى كل نبـات . قـد يـضاف المـاء والمحلـول المغـذي يـدوياً ، نباتـات الطمـاطم تنمو جيداً فـي هـذه الأكياس ، يجب التأكد من أن وسط النمو غير مشبع بالكامل بالماء أو المحلول المغذي حتى لا يمنع وصول الأكسجين لجذور النبات . تغطى الأرضية بالكامل بالبولي إيثلين الأبيض المقاوم للأشعة فوق البفسجية قبل وضع الأكياس على الارض ، هذه الشرائح من البولي إيثلين تعكس أشعة الشمس الى النباتات ، كذلك تخفض الرطوبة النسبية بين النباتات وتقلل حدوث الأمراض الفطرية . يجب تدعيم النباتات جيداً حيبما تصبح طويلة .

ـ تقنية الخندق أو المجرى TRENCH OR TROUGH TECHNIQUE

في هذا النظام المفتوح ، تنمو النباتـات فـي خندق ضيق فـي الأرض ، أو فـي مجرى فوق الأرض مشيد بالطوب (الطابوق) أو الخرسانة الاسمنتية . في كل من الطريقتين يتم التبطين من الداخل بمادة غير منفذة للماء مثل شرائح البولي ايثلين وتكون سميكة ومقاومة للأشعة فوق البنفسجية وتوضع في طبقتين لفصل وسط النمو عن الأرضية ، عرض الخندق أو المجري يتحدد وفقاً لسهولة التطبيق فالخندق العريض يسمح بوجود صفين من النباتات ، أما العمق فيتحدد حسب نمو النباتات بحد أدنى ٣٠ سم . يمكن استخدام الحصى أو الرمل أو البيت موس أو البيرليت أو نشارة الخشب القديمة أو أي خليط من هذه المواد في هذه التقنية ، المحلول المغذي والماء يتم توصيلهم عن طريق نظام تنقيط أو يدوياً وفقاً لتوفر اليد العاملة، يوضع أنبوب مثقب قطره ٢,٥ سم (بوصة) في قاع الخندق لتصريف المحلول المغذي الزائد، يتم تدعيم النباتات مثل الطماطم والخيار بما يناسب وزن الثمار .



قطاع عرضي في خندق زراعة بدون تربة

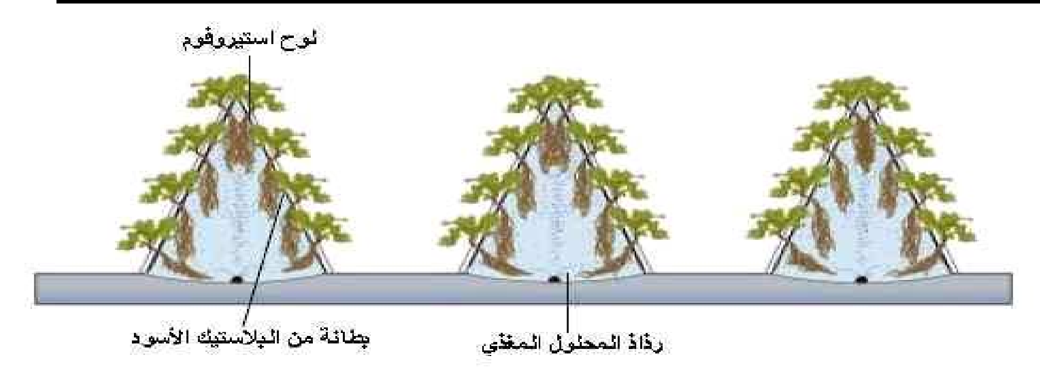


قطاع عرضي في حوض فوق الأرض ..

تقنية الأصص POT TECHNIQUE

مشابهة للتقنية السابقة ولكن بيئة النمو تعبأ في أصص بلاستيكية أو فخارية ، يتوقف حجم الأصيص على نوع النبات المراد زراعته . يتدرج حجم الأصص من ١ ـ ١٠ لتر . وسط النمو والإمداد بالمحلول المغذي وتدعيم النباتات مشابهة للتقنية السابقة

ثالثًا : الزراعة الهوائية AEROPONICS TECHNIQUE :



وحدة زراعة هوائية على شكل حرف A طورت بواسطة جنسون و كوليز سنة 1985في جماعة أريزونا

خط الإمداد
بالمحلول المغذي

استخـدام الأصص في الزراعة بدون تربة

هى طريقة لنمو النباتات حيث تثبت النباتات في فتحات (ثقوب) في لوح من الستيروفوم وتكون جذورها معاقة في الهواء تحت اللوح الستيروفوم الذى يشكل غطاء محكم للصندوق أو الحاوية بحيث يمنع الضوء ويثبت الجذور ويمنع نمو الطحالب . يرش المحلول المغذي على شكل رذاذ أو ضباب دقيق حول الجذور لثواني قليلة كل ٢ ـ ٣ دقائق ، هذا كافي لجعل الجذور رطبة أو مبتلة ويجعل المحلول المغذي مشبعاً بالأكسجين ، وتحصل النباتات على الماء والغذاء من غشاء المحلول الملتصق على الجذور . الزراعة الهوائية عادة تطبق في هيكل محمي ويناسب الخضروات الورقية ذات المجموع الخضري القصير مثل الخس والسبانخ ، الفائدة الرئيسية لهذه التقنية هى الاستخدام الأقصى للفراغ ، فهذه التقنية تسمح بتربية نباتات تزيد مرتين عن المزروعة في نفس المساحة الأرضية في النظم الأخرى

تقنية المشاتل للزراعة بدون تربة NURSERY TECHNIQUES FOR HYDROPONICS:


أشكال متعددة للأصص المستخدمة في الزراعة بدون تربة

كما في الزراعة الحقلية المفتوحة فإن انتاج شيلات قوية لأصناف عالية الأنتاجية خطوة أساسية في الزراعة بدون تربة للحصول على محصول اقتصادي مربح


وسط النمو في المشاتل NURSERY MEDIUM

وسيط النمو يجب أن يقدم ظروف مناسبة لإنبات البذور خالية من الامراض والآفات ويستعمل لذلك الصوف الصخري أو البيرليت أو البيت موس أو الرمل الناعم ويعقم الوسط قبل استخدامه .

حاويات المشتل / الصواني nursery containers :


صواني الاستيروفوم لإنتاج الشتلات

يتم الحصول على الشتلات من البذور كما سبق شرحه في موضوع الإنبات ، كما يمكن استخدام أجزاء من النبات الأم مثل الفراولة أو النعناع وزراعتها في وسط النمو حتى تنتج مجموع جذري .

الإمداد بالمواد المغذية nutrient supply :


أصص بها بادرات موضوعة في حوض قليل العمق به محلول مغذى

تزويد النباتات بالمواد المغذية ليس ضرورياً حتى ظهور أول ورقتين حقيقيتين للنبات ، حتى ذلك الوقت يكفي الماء فقط ومع ذلك بمجرد أن تظهر الورقتين الحقيقيتين فإن التزود بالواد المغذية يجب أن يبدأ بالتدريج ، يمكن استخدام ١٠ جرام من تركيبة ألبرت تخلط مع ١٠ لتر ماء وتستخدم يومياً للنباتات النامية من البذور في المشتل في المرحلة المبكرة . توضع الأصص أو

الصواني في حاويات قليلة العمق بها المحلول المغذي ، سيصل المحلول المغذي الى وسط النمو من خلال الثقوب الموجودة في قاع الأصيص أو الصواني عن طريق الخاصية الشعرية . المحلول المغذي يمكن أن يضاف مباشرة الى الأصص بعد انبات البذور أو نجاح الاكثار الخضري ، عند اضافة المحلول المغذي مباشرة للأصص اتبع الأتي :
ضع الأصص أو الصواني على لوح مستوي وأسكب المحلول المغذي بحيث يلامس مباشرة النباتات الصغيرة (البادرات) ، في المرحلة المبكرة استعمل ٥ ـ ١٠ ملليلتر من المحلول المغذي مرة واحدة في اليوم ، وعندما تنمو النباتات استخدم ١٠ ـ ٢٥ ملليلتر مرة أو مرتين في اليوم. حينما تصل البادرات الى الحجم المناسب تنقل مع الوسط إلى نظام الزراعة بدون تربة .

فترة بقاء البادرات في المشتل :
الطماطم ٣ ـ ٤ أسابيع (حتى تكوين ٢ ـ ٣ أوراق حقيقية)
الكرنب ٤ ـ ٥ أسابيع (٣ ـ ٤ أوراق حقيقية)
الخيار ٣ أسابيع (٣ ـ ٤ ورقات حقيقية)
الخس ٢ ـ ٣ أسابيع
الفلفل ٤ ـ ٥ أسابيع
يتم اختيار الشتلات القوية لزراعتها في نظم الزراعة بدون تربة .

تقنية استخدام الاسفنج في المشتل spong nursery technique :
قطع الإسفنج يمكن أن تستخدم كوسط نمو في المشتل عوضاً عن المواد المذكورة من قبل . تستخدم قطعة مكعبة أبعادها ٢,٥ × ٢,٥ × ٢,٥ سم من الإسفنج لهذا الغرض . ضع البذور في وسط الشق الذي تم عمله في الجانب العلوي من مكعب الإسفنج . يجب استخدام المحلول المغذي عند ظهور أول ورقة حقيقية ، وطبقاً لطريقة الزراعة ، الشتلات يمكن زراعتها في نظام الزراعة بدون تربة كما هي مع مكعب الإسفنج .